

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –  
TECHNICKÁ UNIVERSITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta

Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Opava 2011

Bc. Richard Palisa

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –  
TECHNICKÁ UNIVERSITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta

Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

Návrh na modernizaci technologické linky v kamenolomu  
Bělkovice s ohledem na sekundární stupeň drcení

The Proposal for Modernization of the Treatment  
Production Line in a Quarry Bělkovice With Regard to the  
Secondary Crushing Stage

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Autor:**

Bc. Richard Palisa

**Vedoucí diplomové práce:**

Ing. Martin Hummel, Ph.D.

**Opava 2011**

## **Prohlášení**

- Celou diplomovou práci včetně příloh jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 ods. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

**V Opavě dne 07. 03. 2011**

**Bc. Richard Palisa**

## **Anotace**

Obsahem mé diplomové práce je návrh na modernizaci technologické linky v kamenolomu Bělkovice s ohledem na sekundární stupeň drcení.

Úvod práce je zaměřen na základní charakteristiku ložiska, jeho úložné poměry a popis těžby. V další části je vyhodnocení současného stavu technologické linky a současný způsob zpracování těžného kameniva. Dále popisuji zastaralou část linky, kterou je dle mého názoru nutné modernizovat. Pokud by můj návrh byl zrealizován, dojde ke snížení prostojů nutných na opravy stávající technologie, výraznému snížení nákladů na opravy a v neposlední řadě ke zkvalitnění finálního produktu výrobní linky.

Závěr práce je věnován zhodnocení technicko – ekonomického a ekologického přínosu navrhovaného řešení.

**Klíčová slova:** Sekundární drtič, drcené kamenivo, drtící šterbina

## **Annotation**

Content of my thesis is the proposal for modernizing of the technological line in “Bělkovice” stone pit with regard to secondary degree of crushing.

Introduction of my thesis is focused on basic character of deposit, its storage rates and description of extraction. Other part targets the evaluation of current condition of technological line and current method of processing of mined-out aggregate. Further I describe obsolete part of line which has to be modernized, in my opinion. If my proposal is implemented, delays, needed for mending current technology, will be increased, also costs for reparation will be markedly lower and which is more final product of the production line will be of better quality.

Conclusion of thesis is attended to evaluation of techno economic and ecological gain of proposed solution.

**Key words:** secondary crusher, crushed aggregate, crushing slot

## Obsah

Seznam použitých zkratk	1
1. Úvod	2
2. Geografická, geologická, petrografická a hydrogeologická charakteristika výhradního ložiska	3
2.1 Geografická charakteristika	3
2.2 Geologická charakteristika	4
2.3 Petrografická charakteristika	5
2.4 Hydrogeologická charakteristika	5
2.5 Stavy zásob	5
3. Popis stávající technologie těžby, dopravy a úpravy kameniva a důvody ke změnám	8
3.1 Dobývací metoda	8
3.2 Technologie dopravy	9
3.3 Stávající technologická linka úpravy suroviny	10
3.4 Důvody ke změnám	15
3.5 Vyhodnocení nákladů na údržbu a provoz sekundární drtírny	15
4. Alternativní návrhy změn sekundárního stupně drcení.	17
4.1 Navrhované změny výrobní linky	17
4.2 Navrhovaná změna sekundárního stupně drcení	17
4.2.1 Sekundární kuželový drtič Sandvik CS 440	18
4.2.2 Sekundární kuželový drtič KDC 25 HP	20
4.3 Bližší specifikace navrhované změny sekundárního stupně drcení	21
5. Případné dopady změn na další používané technologie	22
5.1 Vliv modernizace sekundární drtírny na granulovnu.	22
5.2 Úprava třídiče SDT a EDT – 1	23
6. Základní ekonomické a ekologické zhodnocení	25
6.1 Základní ekonomické zhodnocení	25
6.2 Základní ekologické zhodnocení	26
7. Závěr	27
Použitá literatura	28
Seznam obrázků	29

Seznam příloh	30
Poděkování	31

## Seznam použitých zkratk

č.	Číslo
ČBÚ	Český báňský úřad
Čj.	Číslo jednací
ČMŠ	českomoravský štěrk
DP	Dobývací prostor
HGF	Hornicko – geologická fakulta
Ks	Kusy
mm	Milimetr
m. n. m.	Metry nad mořem
OBÚ	Obvodní báňský úřad
POPD	Plán otvírky, přípravy a dobývání
VŠB – TÚO	Vysoká škola báňská – Technická universita Ostrava

## 1. Úvod

Místní ložisko kamene využíval roku 1340 již Karel IV., který na hoře Tepenec postavil svůj hrad Twingenberb, časem přejmenovaný na Tepenec, podle hory, na které se nacházel. Hrad sloužil k výběru mýtného na kupecké cestě z Vídně do Slezska, která vedla Bělkovickým údolím v podhradí. Díky sporům s Olomouckými biskupy přestal sloužit svému účelu a jeho posádka začala postupem času v okolí loupit. Tak byl hrad roku 1400 dobit a vypálen.

Od roku 1903 probíhá těžba kamene v místním kamenolomu s různou intenzitou dodnes. Kámen se používal na dláždění, obrubníky a jako stavební kámen. Postupem času, s příchodem mechanizace se začalo vyrábět drcené kamenivo pro stavební účely.

Kamenolom Bělkovice v současné době patří společnosti Českomoravský štěrk a. s. patřící do skupiny Heidelberg cement group. Ložisko zdejší moravské droby patří k nejkvalitnějším v okolí a výroba je zaměřena především na výrobu drceného kameniva, které se ve velké míře využívá na stavbu železničních koridorů, jako surovina na výrobu betonu a obalovaných směsí. Kamenolom se nachází v Bělkovickém údolí 16 km od Olomouce.(viz obrázek č.1.).



Obrázek č.1: Mapa umístění kamenolomu Bělkovice



## **2. Geografická, geologická, petrografická a hydrogeologická charakteristika výhradního ložiska**

### **2.1 Geografická charakteristika**

Ložisko stavebního kamene Bělkovice a Jívová – Bělkovice leží v katastru obce Jívová, v údolí Trusovického potoka, asi 5 km jihovýchodně od města Šternberk. Údolím prochází silnice 3 třídy Bělkovice – Moravský Beroun. Ložiska jsou zahrnuta do dobývacího prostoru Jívová, ev. Č. 70917 stanoveného rozhodnutím OBÚ Brno č. j. 3038/97-465-08 ze dne 20. 08. 1997. Těžba na ložisku Bělkovice byla právnímu předchůdci akciové společnosti ŠP Olomouc povolena rozhodnutím OBÚ Brno č. j. 3677/80. Geograficky patří k Domašovské vrchovině, která je součástí Nízkého Jeseníku. Území je zalesněno a v nejvyšší části dosahuje nadmořské výšky 495 m n.m. Ze Severu a Západu je obtékáno Trusovickým potokem. Na Jihovýchodě je ložiskové území ohraničeno údolím bezejmenného potoka, který tvoří levostranný přítok Trusovického potoka. (viz obrázek č.2)



*Obrázek č.2: Letecký snímek kamenolomu Bělkovice*

## 2.2 Geologická charakteristika

Území plánované těžby bezprostředně navazuje na provozovaný kamenolom Bělkovici, který je založen v západním úbočí morfologického hřbetu táhnoucího se směrem Jihozápad – Severovýchod. Zájmové území je budováno horninami jesenického spodního karbonu – kulmu. Jesenický kulm je tvořen flyšovými klastickými sedimenty, tj. rytmickým flyšem s obsahem jílovitých břidlic do 20% a drobně rytmickým flyšem s obsahem jílovitých břidlic 25 – 30%. V Nížkém Jeseníku je kulm rozdělován do několika základních souvrství. Od západu k východu jsou to souvrství andělskohorské, tvořené střídáním břidlic a drob, hradecké, tvořené převážně drobami a kýjovické složené z povětšinou z břidlic.

Ložisko je budováno jednostrannou brachyantiklinádou (*viz obrázek č.5*), jejíž osa má směr severovýchod – jihovýchod a noří se pod úhlem cca 20 stupňů k severovýchodu. Velikosti úklonu vrstev naměřené v obou ramenech struktury jsou velmi proměnlivé, mezi 15 – 80 stupni, v severozápadním křídle jsou však celkově menší, mezi 42 – 52 stupni. Ve vrcholové části struktury jsou vrstvy zvlněny.

V jádře antikliády vystupuje poloha velmi hrubě rytmického flyše s naprostou převahou drob s vložkami drobnozrnných slepenců a křemenných žil. Její Mocnost je minimálně 120 metrů, je však odhadována až na 200 metrů. V jejich nadloží vystupují dvě polohy hrubě rytmickým flyšem s obsahem jílovitých břidlic do 20% o mocnostech 35 – 40 metrů a 60 – 70 metrů, které jsou od sebe odděleny 20 – 30 metrovou vrstvou flyše s obsahem jílovitých břidlic 20 – 30 %.

V prostoru východně od stávajícího lomu je předpokládána existence 60 – 70 metrů širokého poruchového pásma ve směru od severu k jihu. Jednotlivé poruchy jsou strmě s úklony na obě strany. Jedná se o silně rozpukané až drcené zóny o mocnostech několika metrů. V osní části struktury je významné intenzivní rozpukání hornin. Pukliny mají směr severovýchod - jihozápad, jsou strmé až svislé. Povrchové partie ložiska jsou podél těchto puklin silně navětralé až zvětralé do hloubek kolem 10 metrů.

Kvarterní pokryv je na ložisku tvořen lesní humózní hlínou o mocnosti od 0,2 do 1,0 metru a hlinito – kamenitými až balvanitými sutěmi o předpokládané mocnosti do 2,5 metru. Celková mocnost skrývky je odhadována na cca 3,5 metru, z toho shrnutelná skrývka by měla dosahovat hodnot okolo 1,5 metru. Zbývající 2,0 metry by měla tvořit

skrývka pevná v podobě silně navětralých svrchních partií skalního podkladu. Nejvyšších hodnot dosahuje v prostoru osní části antiklinády, kde dochází k intenzivnímu navětrávání hornin.

### **2.3 Petrografická charakteristika**

Z hlediska petrografického je obsah ložiska tvořen jemnozrnnými až střednězrnnými živcovými droby, polymiktními prachovci a polymiktními jílovitými prachovci.

Velmi hrubě rytmický flyš s naprostou převahou drob tvoří 43 % ložiskové výplně, hrubě až drobně rytmický flyš s obsahem jílovitých břidlic do 20 % tvoří rovněž 43 % ložiskové výplně. Zbylých 14 % reprezentuje drobně rytmický flyš s obsahem jílovitých břidlic 25 – 30 %. Celkový obsah břidlic v ložiskové výplni nepřesahuje 11 %. Prachovce a prachovité droby lze považovat za součást užtkové složky.

Jako škodliviny jsou klasifikovány vložky prachovitých a jílovitých břidlic (*viz. obrázek č.3*), navětralé části ložiska v okolí poruchových zón a přípovrchových partií. Celkové množství škodlivin je odhadováno na 8 % z celkového objemu geologických zásob.

### **2.4 Hydrogeologická charakteristika**

Ložisko má velmi jednoduché hydrogeologické poměry. Báze ložiska v 380 m. n. m. leží nad místní erozivní základnou, kterou představují Trusovický a bezejmenný potok, obtékající severozápadní a jihovýchodní hranici dobývacího prostoru Jívová. Srážkové vody stékají do vodoteče a jen malá část infiltruje do ložiska ve formě puklinových vod. Horniny ložiska mají malou propustnost, která se zvětšuje ve zvětralinovém pásmu a v okolí poruchových zón. Kvarterní pokryv má proměnlivou propustnost, není však zvodnělý.

### **2.5 Stavy zásob**

Poslední geologické průzkumné práce byly realizovány v letech 1989 – 1990 organizací GP Rýmařov. Předmětem tohoto průzkumu bylo ověření zásob na ložisku Jívová – Bělkovice, které je situováno v předpolí ložiska Bělkovice. Zásoby suroviny na

ložisku Jívová – Bělkovice byly schváleny rozhodnutím Ministerstva pro hospodářskou politiku a rozvoj ČR ze dne 13. 12. 1991 vydaným pod č. j. 161 546/91 – 62.

Podle evidence v bilancích zásob nerostných surovin ČR je vykazovaný stav geologických zásob ke dni 31. 12. 1996 následující:

<b>Ložisko Bělkovice</b>	<b>BB</b>	<b>427 000 m<sup>3</sup></b>
<b>Ložisko Jívová Bělkovice</b>	<b>C<sub>1</sub>B</b>	<b>939 000 m<sup>3</sup></b>
	<b>C<sub>2</sub>B</b>	<b>8 147 000 m<sup>3</sup></b>
<b>Geologické zásoby celkem</b>		<b>9 513 000 m<sup>3</sup></b>

Vzhledem k tomu, že dobývací prostor Jívová , zahrnuje pouze část vyhodnoceného ložiska Jívová – Bělkovice, byl proveden operativní výpočet, kterým bylo zjištěno množství geologických zásob ložiska Jívová – Bělkovice, které jsou součástí dobývacího prostoru jívová. Z takto zjištěného množství je rovněž výmuto nepatrné množství zásob nacházející se přímo v ochranném pásmu, které se v šířce 100 metrů táhne podél silnice III. Třídy Bělkovice – Hraničné Petrovice. V tomto pásmu je těžební činnost vyloučena.

Zásoby suroviny na Ložisku Jívová – Bělkovice v dobývacím prostoru Jívová, zmenšené o zásoby vázané v ochranném pásmu Trusovického potoka činí:

<b>Ložisko Bělkovice</b>	<b>BB</b>	<b>427 000 m<sup>3</sup></b>
<b>Ložisko Jívová Bělkovice</b>	<b>C<sub>1</sub>B</b>	<b>939 000 m<sup>3</sup></b>
	<b>C<sub>2</sub>B</b>	<b>5 066 000 m<sup>3</sup></b>
<b>Geologické zásoby celkem v DP</b>		<b>6 432 000 m<sup>3</sup></b>

K úbytkům zásob suroviny dochází pouze v důsledku těžební činnosti. V roce 1997 činil objem hrubé těžby 85 000 m<sup>3</sup>. V současné době činí objem hrubé těžby 100 000 m<sup>3</sup> s možností jejího navýšení až na 150 000 m<sup>3</sup>, což je cca 405 00 t, v závislosti na poptávce po surovině. S odpisy zásob se s ohledem na jednoduchou stavbu ložiska a zvolenou

metodu dobývání neuvažuje. S ohledem na množství vytěžitelných zásob a předpokládaný objem těžby v rozmezí 100 000 – 150 000 m<sup>3</sup> je předpokládaná životnost ložiska 30 let – cca do roku 2041.

### **3. Popis stávající technologie těžby, dopravy a úpravy kameniva a důvody ke změnám**

#### **3.1 Dobývací metoda**

Ložisko je dobýváno povrchovou strojní metodou. Hornina je rozpojována pomocí clonových odstřelů, které zabezpečuje středisko hromadné těžby, nebo externí dodavatel podle schváleného generelu clonových odstřelů. Používají se nejčastěji 3 až 4 řadě clonové odstřely s patními vrty. K nabíjení záhlavních vrtů se používají nabíjecí vozy firmy Explosia. Při dobývání je nutno dodržet báňské a s nimi související předpisy, zejména zákon č. 44/1988 Sb. o ochraně nerostného bohatství (Horní zákon) ve znění pozdějších předpisů a zákon č. 61/1988 Sb., O hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ve znění pozdějších předpisů a zákonů vyplývající prováděcí vyhlášky pro oblast využívání nerostných surovin. Těžba je realizována na pěti etážích (viz. obrázek č.3) o průměrné výšce 23 metrů.



*Obrázek č.3: Jednotlivé etáže kamenolomu Bělkovice*



Sekundární rozpojování nadrozměrných kusů se provádí pomocí impaktoru Fukurava na nosiči Komatsu PC 350. (viz obrázek č.4).



*Obrázek č.4: Rýpadlo Komatsu PC 350 s impaktorem Fukurava*

### **3.2 Technologie dopravy**

Surovina z rozvalu je nakládána pomocí nového rýpadla Volvo EC 460 B. Dopravu rubaniny k technologické lince pak zajišťují čtyřicetitunové dempry Euclid a Belaz (viz. obrázek č.5). V rámci úpravny je pak surovina dopravována pomocí pásových dopravníků. Vyvážku hotových výrobků na skládky provádí externí dodavatel nákladními automobily MAN a pro expedici samotnou je využíván kolový nakladač Volvo L 120 C.

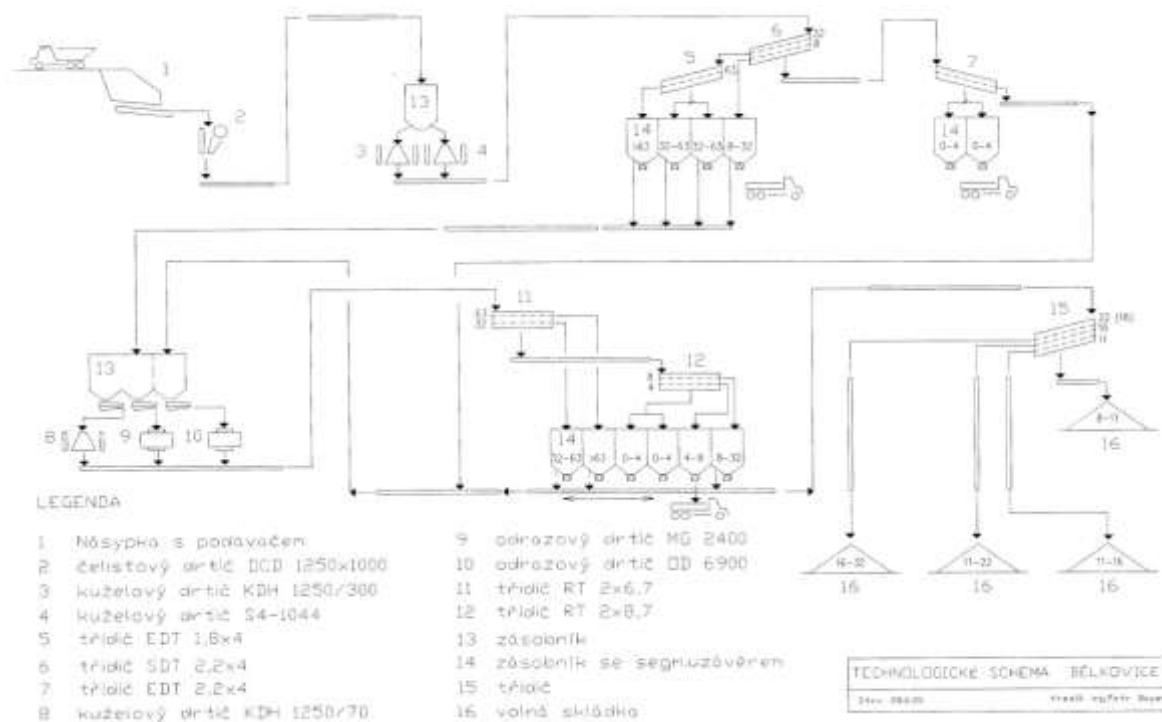


*Obrázek č. 5: Rýpadlo VOLVO EC 460B a dempr Euclid*

### **3.3 Stávající technologická linka úpravy suroviny**

Technologická linka na provozovně kamenolomu Bělkovice sestává z několika uzlů různého stáří, v závislosti na nutnosti jejich modernizace nebo rekonstrukce. Současný stav technologické linky na úpravu suroviny nám ukáže schéma (viz obrázek č. 6) a celkový pohled z nejvýše položené etáže (viz obrázek č. 7)





Obrázek č. 6: Schéma technologické linky úpravny



Obrázek č.7: Celkový pohled na technologickou linku úpravny

Surovina je z odvalu odvážena dempry do násypky primární drtírny, odkud je podávána deskovým podavačem do dvouvzpěrného čelistového drtiče DCD 1250 x 1000 výrobce Přerovské strojírny (viz obrázek č. 8). Nad drtičem je instalován impaktor Krupp, sloužící k rozbíjení nadměrných kusů. Obsluha drtiče je umístěna v klimatizované a odhlučňené kabině, odkud má rozhled i na ostatní uzly provozovny.



Obrázek č. 8: Primární drtírna

Z primárního drtiče je surovina pomocí dvou dopravníků dopravována na sekundární drtírnu, kde se přes vybrační podavače a násypku dostane do dvou kuželových drtičů KDH HR a SY 1044 (viz obrázek č. 9.), opět z produkce Přerovských strojíren. Při běžném provozu je používán drtič KDH, drtič SY 1044 je využíván pouze jako rezerva v případě poruchy.

Za sekundární drtírnou následuje třídírna č.1, kde se na třídiči SDT 1,8 x 4 m vyrábí frakce 0/16 a 16/32. Nadsítné dále pokračuje do třídiče EDT – I 2,2 x 4 m, kde se vyrábí frakce 32/63 (viz obrázek č. 11.). Podsítná frakce 0/16 z třídiče SDT pokračuje pomocí pásového dopravníku na třídírnu č. 2, kde se na třídiči EDT - II vyrábí frakce 0/2.

Všechny neprodané frakce mimo 0/2 lze pomocí pásového dopravníku dopravit do granulovny, kde se nachází třetí stupeň drcení.



*Obrázek č. 9: Kuželové drtiče KDH 1250 HR a SY 1044*

Ve výrobním uzlu granulovny je zásobník o objemu 185 m<sup>3</sup>, ze kterého jsou pomocí vibračních podavačů plněny tři drtiče. Kuželový drtič KDH GS (Přerovské strojírny), odrazový drtič MSG impact 2400 (MAGOTTEAUX) a odrazový drtič Barma 6900 (viz obrázek č. 10.).

Podrcená surovina je pásovým dopravníkem dopravována na finální třídírnu, kde jsou na dvousítných třídících RT – I a RT – II vyráběny frakce 0/4, 4/8, 8/16, 11/22 a >22, která je vrátným okruhem vrácena zpět do granulovny k dalšímu zpracování.

Hotové výrobky se ukládají v zásobnících a vyváženy smluvním partnerem na skládky, kde je nakládáno na vozidla zákazníků čelním nakladačem Volvo L 120 C.

Na výrobní lince se v současné době rovněž používá pěnící zařízení sloužící k zachycení prachových částic a bránící jejich dalšímu úniku. Toto moderní zařízení nahradilo systém tlakového mlžení používaný v minulosti a výrazně snížilo náklady na spotřebu vody a výrazně snížilo primární prašnost celé výrobní linky.





*Obrázek č. 10: Granulovna*



*Obrázek č. 11: Třídíče SDT a EDT – I*

### 3.4 Důvody ke změnám

Analýzou nákladů jsme ve spolupráci s vedoucím provozu Bc. Petrem Kráčmerem zjistili problematické místo výrobní linky, respektive výrobní uzel, který je nutné zmodernizovat a tím výrazně snížit náklady na celkový provoz a údržbu celé úpravny.

Změny a modernizace úpravny kameniva kamenolomu Bělkovici budou dle mého názoru nutné v místě sekundárního drcení, kde jsou v současné době používány současně dva kuželové drtiče, KDH 1250 HR a SY 1044, produkce Přerovských strojíren. Tyto drtiče jsou již značně opotřebované a zastaralé. V současné době se více používá kuželový drtič KDH 1250 HR, drtič SY 1044 je používán pouze v případě odstávky drtiče KDH 1250 HR, z tohoto důvodu je nutné ho udržovat neustále v provozu. Drtič KDH 1250 HR byl nainstalován do kamenolomu Bělkovici v roce 1987 a byl to první instalovaný drtič tohoto typu v české republice vůbec, je tedy 23 let v provozu. Drtič SY 1044 je pak v tomto kamenolomu používán již více než 40 let.

### 3.5 Vyhodnocení nákladů na údržbu a provoz sekundární drtírny

Z dostupných zdrojů se mi podařilo zjistit náklady na údržbu a provoz sekundárních kuželových drtičů KDH 1250 HR a SY 1044 od roku 2004:

#### Náklady na provoz sekundárního drtiče KDH 1250 HR

2004	2.530.337,- Kč
2005	1.382.609,- Kč
2006	1.214.443,- Kč
2007	2.620.081,- Kč
2008	1.117.614,- Kč
2009	1.024.998,- Kč
2010	1.122.456,- Kč

**Celkem náklady 11.012.538,- Kč**

Z celkových nákladů na provoz a údržbu drtiče KDH 1250 HR od roku 2004 činí 2.084.339,- Kč náklady na elektrickou energii potřebnou pro provoz drtiče a 209.764,- Kč činí náklady na oleje a maziva. S těmito náklady je třeba počítat i při provozu případného

nového sekundárního drtiče. Celkové zjištěitelné náklady pouze na opravy sekundárního drtiče KDH 1250 HR v kamenolomu Bělkovici činí **8.718.435,- Kč bez DPH**

**Náklady na provoz sekundárního drtiče SY 1044**

<b>2004</b>	<b>32.853,- Kč</b>
<b>2005</b>	<b>247.326,- Kč</b>
<b>2006</b>	<b>334.246,- Kč</b>
<b>2007</b>	<b>175.941,- Kč</b>
<b>2008</b>	<b>162.499,- Kč</b>
<b>2009</b>	<b>332.700,- Kč</b>
<b>2010</b>	<b>130.037,- Kč</b>

**Celkem náklady 1.415.602,- Kč**

Náklady na provoz sekundárního drtiče SY 1044 neobsahují náklady na elektrickou energii, vzhledem ke stáří drtiče a době jeho provozu v úpravně se nedali vyčíslit s dostatečnou přesností. Náklady na oleje a maziva činí 64.603,- Kč. Velkové zjištěitelné náklady pouze na opravy sekundárního drtiče SY 1044 v kamenolomu Bělkovici činí **1.415.602,- Kč bez DPH.**

Celkové náklady na údržbu a opravy obou drtičů, KDH 1250 a SY 1044, tedy činí **12.428.140,- Kč bez DPH.** Je nutné brát v potaz náklady na výměnu pracovních částí drtičů, drtících kuželů a plášťů, které od roku 2004 činí u obou drtičů cca 1.890.000,- Kč bez DPH. S výměnou pracovních částí a nákladů s tím spojených je nutno počítat i v případě využití nového sekundárního drtiče.

## **4. Alternativní návrhy změn sekundárního stupně drcení.**

### **4.1 Navrhované změny výrobní linky**

Z hlediska vyčíslitelných a doložených nákladů na opravy a údržbu sekundární drtírny můj návrh modernizace výroby spočívá v odstranění obou stávajících zastaralých a značně opotřeбенých drtičů, KDH 1250 HR a SY 1044, a instalací pouze jednoho nového kuželového sekundárního drtiče do stávající, či mírně upravené konstrukce, po drtičích původních. Další úpravy by se pak týkaly zejména vibračního podavače a násypky drtiče. Jako alternativa přichází do úvahy rovněž instalace repasovaného drtiče, dříve použitého typu, KDH 1250 HR, nebo dlouhodobý pronájem nového stroje, ovšem tyto varianty modernizace jsem předem zavrhnul, zejména s ohledem na plánovanou životnost kamenolomu Bělkovici cca 26 let. U repasovaného stroje může postupem času dojít ke stejným problémům s vysokými náklady na jeho údržbu a provoz, jako v současné době, nemluvě o morálním opotřeбенí, nemožnost nákupu náhradních dílů, které se dříve či později přestanou vyrábět a nemožnosti případného dalšího prodeje po ukončení těžby za výhodnou cenu. U dlouhodobého pronájmu, považuji za výhodu kompletní servis stroje po dobu jeho pronájmu pronajímatelem, ovšem jako výrazná nevýhoda vyvstává celková výše nájmu stroje a opět znemožnění jeho dalšího prodeje po ukončení těžby v kamenolomu.

Můj návrh tedy spočívá v nákupu a instalaci nového kuželového sekundárního drtiče.

### **4.2 Navrhovaná změna sekundárního stupně drcení**

Jako alternativní náhradu za stávající drtiče, KDH 1250 HR a SY 1044 jsem zvolil sekundární kuželový drtič KDC 25 HP, výrobce PSP Engineering a jako další vhodnou možnou variantu považuji drtič Sandvik CS 440 výrobce Sandvik.

#### 4.2.1 Sekundární kuželový drtič Sandvik CS 440

Navrhovaný kuželový drtič Sandvik CS 440 (*viz obrázek č.12.*) je pokročilého designu s velkou výkonností vzhledem k velikosti. Má vysokou úsporu energie oproti jiným na trhu a výrobku dává velice dobrý, požadovaný tvar. Je vhodný pro drcení velmi tvrdých a abrazivních materiálů. Má možnost instalace několika různých drtících komor. Kuželové drtiče řady CS mají široké pole použití, mohou se tedy snadno srovnat se změnami ve výrobě, díky správnému výběru drtících komor. Kuželový drtič Sandvik CS 440 lze použít jako sekundární i jako terciární drtič. Rovněž je vhodný pro mobilní instalaci. Má automatickou ochranu proti přetížení a jsou vybaveny systémem automatického nastavení a regulace ASRi, který optimalizuje výkonost kuželového drtiče a přizpůsobí ho podmínkám množství přiváděného materiálu. Systém ASRi rovněž zajišťuje měření a vyvažování vložky drtiče, umožňuje její maximální využití a rovněž plánuje odstávku a údržbu stroje. Rovněž zajišťuje optimální plnění drtiče při drcení kameniva, což pomáhá optimalizovat kvalitu a tvar konečného výrobku. Kuželové drtiče Sandvik mají robustní odolnou konstrukci a velmi silné motory, které jim umožňují dosahovat výkonů jiných větších drtičů. Při vývoji drtičů Sandvik řady CS bylo hodně pozornosti věnováno snadné údržbě a ovládání. Drtiče jsou velice kompaktní, což umožňuje jejich snadné přemísťování a instalaci. Drtič má průměr plnicího otvoru 2000mm. Výkon použitého elektromotoru pak je 200 kW, přenos kroutícího momentu zajišťují klínové řemeny. Hmotnost stroje je 14.300 kg, hmotnost pohonu 3.650 kg.

Výrobce rovněž zajišťuje záruční a pozáruční servis, dodávky drtících kuželů a plášťů a odborné proškolení obsluhy. Rovněž zajistí odbornou instalaci ve výrobní lince samotné.

Na základě poptávky jsem zjistil, že pořizovací cena drtiče Sandvik CS 440 by byla 271 000 EUR, k této ceně je nutné připočítat cenu motoru 15 370 EUR, což při současném kurzu okolo 24,- Kč/ EUR je **6.872.880,- Kč bez DPH**





*Obrázek č. 12: Sekundární kuželový drtič Sandvik CS 440*

#### 4.2.2 Sekundární kuželový drtič KDC 25 HP

Další z navrhovaných sekundárních kuželových drtičů je KDC 25 HP (viz. obrázek č.13.), tradičního českého výrobce PSP engineering. Tento drtič je rovněž vhodný k použití v sekundárním, či terciárním stupni drcení. Je vhodný pro drcení velmi tvrdých a abrazivních materiálů. Parametry stroje závisí na velikosti štěrbin a druhu drceného materiálu. Maximální otvor předřazeného síta je 210 – 235 mm, rozsah stavění štěrbin pak 24 – 52 mm. Drtič dokáže pracovat v teplotách od - 20°C do + 32°C.

Drtiče řady KDC úspěšně navazují na velice úspěšnou, ovšem již zastaralou řadu KDH. Jsou velice robustní a spolehlivé. Velice jednoduché na montáž a údržbu. Drtič pohání elektromotor o výkonu 200 kW, 1490 ot/min, umístěn v rámu pohonu, přenos krouticího momentu zajišťují klínové řemeny. Hmotnost celého stroje je 20.335 kg, hmotnost pohonu 3.700 kg a hmotnost ocelové konstrukce 4.170 kg. D

Jedná se o výrobek domácí provenience, v čemž spatřuji největší výhodu. Drtič KDC 25 HP je přímým nástupcem drtiče KDH 1250 HR, který je v současné době v kamenolomu Bělkovice používán. Na základě mé osobní konzultace s technologem firmy PSP Engineering a. s., panem Radovanem Vicenecem, bude možno nový drtič bez výraznějších úprav nainstalovat do stávající linky na místo původního drtiče KDH, čímž dojde k významné úspoře nákladů nutných na rekonstrukci celé úpravny.

Na základě poptávky u firmy PSP Engineering a.s. jsem zjistil, že cena sekundárního kuželového drtiče je cca **5.800.000,- Kč bez DPH** včetně elektromotoru pohonu o výkonu 200 kW a konstrukce pro umístění do výrobní linky.



Obrázek č. 13: sekundární kuželový drtič KDC 25 HP

#### **4.3 Bližší specifikace navrhované změny sekundárního stupně drcení**

Po srovnání obou variant sekundárních kuželových drtičů, Sandvik CS 440 a KDC 25 HP, jsem dospěl k názoru, že pro modernizaci výrobní linky, konkrétně sekundárního stupně drcení bude výhodnější domácí produkt firmy PSP Engineering a. s. sekundární kuželový drtič KDC 25 HP.

Oba zvolené drtiče mají srovnatelné parametry výroby, velice podobné rozměry, vykazují požadovaný výkon a potřebný stupeň automatizace. Ovšem drtič KDC 25 HP má dle mého názoru obrovskou výhodu domácí provenience, tudíž výrobce dokáže pružněji reagovat na požadavky dodávek náhradních dílů, potřebné údržby, záručního, nebo pozáručního servisu. Dále pak bude velice jednoduché proškolit obsluhu drtiče KDC 25 HP, jelikož má již mnohaleté zkušenosti s velice podobným, v současné době používaným drtičem KDH 1250 HR.

Jako jeden z nejdůležitějších faktorů však považuji nižší pořizovací cenu navrhovaného drtiče KDC 25 HP, která je nižší o cca **1.072.880,- Kč bez DPH**. Úspora v pořizovací ceně samozřejmě závisí na způsobu financování a výsledné ceně potřebných úprav na stávající technologii úpravny kameniva, tato cena ovšem podle výše uvedených informací bude opět výhodnější při instalaci drtiče Přerovského výrobce PSP Engineering a. s..

## **5. Případné dopady změn na další používané technologie**

### **5.1 Vliv modernizace sekundární drtírny na granulovnu.**

Pokud, na základě mého návrhu, dojde k modernizaci sekundární drtírny instalací nového kuželového drtiče KDC 25 HP, dojde rovněž k nezanedbatelnému snížení nákladů na drtírně terciální.

V současné době kamenolom Bělkovici používá v terciální drtírně tři drtiče, kuželový drtič KDH GS (Přerovské strojírny), odrazový drtič MSG impact 2400 (MAGOTTEAUX) a odrazový drtič Barma 6900. Poslední z drtičů je ovšem používán pouze jako alternativní, při odstávkách a poruchách prvních dvou. Při současném použití zastaralých sekundárních drtičů šlo značné množství kameniva větší kusovitosti do terciální drtírny, kde pak docházelo k většímu opotřebení pracovních částí. Ve spolupráci s vedoucím kamenolomu Bělkovici se mi podařilo zjistit, že například v průběhu roku 2009 byly náklady na údržbu a opravy terciální úpravny **1.492.473,- Kč bez DPH**, z toho bylo 567.623,- Kč potřeba na výměnu drticích elementů drtiče MSG impact 2400 (MAGOTTEAUX), dále pak 639.846,- Kč stála v roce 2009 výměna sít na finální třídírny a 285.004,- Kč činily náklady na elektrickou energii spotřebovanou finální úpravnou.

Po instalaci nového sekundárního drtiče, který kamenivo kvalitněji upraví, půjde do terciální drtírny a třídírny na šterky o 25 – 30% kameniva méně, dojde tak k úspoře nákladů na její provoz cca o 25 %, což činí u nákladů na drticí elementy 141.906,- Kč, u nákladů na výměnu sít třídírny 159.962,-Kč a úspora na spotřebované energii bude činit 71.251,- Kč bez DPH. Ročně tak celková úspora na finální úpravně kamenolomu Bělkovici bude činit celkem **373.119,- Kč bez DPH** za předpokladu podobného objemu produkce drceného kameniva jako v roce 2009. Rovněž by se zvýšil výkon celé úpravny kameniva o 7 % u frakcí do 63 mm.



## 5.2 Úprava třídiče SDT a EDT – 1

V současné době jsou za sekundární drtírnu instalovány třídiče SDT a EDT – 1, se zásobníky na drcené kamenivo frakce 0 - 16 a 16 – 32 u třídiče SDT a 32 – 63 a > 63 u třídiče EDT – 1.

Kamenivo frakce > 63 je z důvodu různé nadměrné kusovitosti a malé poptávce velice špatně či nevýhodně prodejné, proto je dampřy ze zásobníku zpětně odváženo do násypky primárního čelistového drtiče DCD 1250 x 1000 (viz obrázek č.14.). Tím pádem je frakce kameniva > 63 opětovně předrcována jak na primárním, tak na sekundárním stupni drcení.



Obrázek č.14: Násypka primárního drtiče

V případě instalace nového sekundárního drtiče by tedy bylo nespornou ekonomickou výhodou nainstalovat k zásobníku s kamenivem frakce > 63, třídrný EDT – 1 pásový dopravník, který by danou frakci dopravoval k předrcení pouze do sekundární drtírny. Tímto krokem by se uvolnily kapacity u vnitropodnikové dopravy, u primární drtírny

a bezesporu by tento krok měl rovněž vliv na úsporu pohonných hmot a dalších, v současné době vynakládaných, finančních prostředků. Vzhledem k poměrně malé vzdálenosti třídirny EDT 1 od místa instalace sekundárního drtiče, nebude podle mého názoru, montáž uvedeného pásového dopravníku, vzhledem k budoucí úspoře prostředků, nijak výrazně nákladná.

## 6. Základní ekonomické a ekologické zhodnocení

### 6.1 Základní ekonomické zhodnocení

Kamenolom Bělkovici v současné době používá dva sekundární kuželové drtiče KDH 1250 HR a SY 1044. Drtič KDH 1250 HR je starý 24 let a drtič SY 1044 je v provozu již něco kolem 40 let. Ve větší míře je používán drtič KDH 1250 HR a drtič SY je využíván pouze jako alternativa, při odstávkách a poruchách, nic méně je také neustále nutné, udržovat jej v provozuschopném stavu. Náklady na opravy a údržbu obou těchto strojů od roku 2004 do roku 2010 činily 12.428.140,- Kč bez DPH. Pokud odečteme náklady na výměnu pracovních částí drtičů, které po tuto dobu činily cca 1.890.000,- a je třeba s nimi počítat i u případného nového sekundárního drtiče, zjistíme, že organizace vynaložila po dobu 7 let na udržení sekundární drtírny v provozuschopném stavu cca **10.538.140,- Kč bez DPH**.

Můj návrh modernizace technologické linky spočívá v instalaci nového sekundárního drtiče KDC 25 HP, výrobce PSP Engineering a.s. sídlícího v Přerově. Tento stroj je přímým nástupcem velice spolehlivého a kamenolomem Bělkovici používaného drtiče KDH 1250 HR. Při konzultaci s technologem PSP Engineering a. s. panem Radovanem Vicenecem a vedoucím provozovny kamenolomu Bělkovici Bc. Petrem Kráčmarem jsme dospěli k názoru, že můj návrh instalace sekundárního drtiče KDC 25 HP bude nejvhodnější a oproti dalším mým návrhům a možnostem modernizace linky, přinese organizaci největší ekonomický přínos.

Na základě poptávky v PSP Engineering jsem zjistil, že nový sekundární kuželový drtič KDC 25 HP stojí **5.800.000,- Kč bez DPH**, včetně elektromotoru a konstrukce potřebné k instalaci do výrobní linky, pokud k této investici připočteme instalaci pásového dopravníku u třídníky EDT – 1 v ceně cca 350.000,- bez DPH dá se návratnost investice do modernizace sekundární drtírny, odhadnout cca na 4 – 5 let v závislosti na objemu výroby drceného kameniva, na poptávce po něm a tím pádem i na celkových ziscích kamenolomu Bělkovici.

Vzhledem k předpokládané životnosti kamenolomu Bělkovici do roku 2041, se podle mého názoru investice do modernizace výrobní linky vyplatí.

## **6.2 Základní ekologické zhodnocení**

Kamenolom Bělkovice se nachází 16 km od Olomouce v zalesněné oblasti. Je tedy dostatečně vzdálen od nejbližších lidských obydlí. Místní těžba kamene nemá vliv na dostatečně vzdálený vodní tok Trusovického a bezejmenného potoka. Nadměrný hluk, prašnost a případné negativní účinky trhacích prací ovlivňují pouze bezprostřední neobydlené okolí kamenolomu. Můj návrh modernizace technologické linky nebude mít vliv na současný stav a nepřinese okolí žádný ekologický přínos.



## **7. Závěr**

Tématem mé diplomové práce je návrh na modernizaci technologické linky v kamenolomu Bělkovice s ohledem na sekundární stupeň drcení.

Zaměřil jsem se především na vyhodnocení současného stavu technologie úpravy kameniva v kamenolomu a vyhodnocení problematických či zastaralých částí výrobní linky. Po lokalizaci problémů, jsem se zaměřil na sekundární stupeň drcení, kde byla navržena výměna dvou zastaralých sekundárních kuželových drtičů za jeden nový kuželový sekundární drtič KDC 25 HP.

Na základě informací, poskytnutých v kamenolomu Bělkovice, jsem vyhodnotil současné náklady na provoz sekundární drtírny, návratnost a ekonomický přínos mnou navrhované modernizace.

Podle mého názoru a současného stavu je modernizace technologické linky nutná a pokud bude můj návrh realizován, věřím, že přinese očekávaný ekonomický přínos celému provozu kamenolomu Bělkovice.

## **Použitá literatura**

1. PSP Engineering a.s. – návod k použití a technické listy kuželových drtičů KDC
2. Sandvik – návod k použití a technické listy kuželových drtičů řady CS
3. Zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon)
4. Zákon č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě
5. Kryl V. a kol. - Povrchové dobývání ložisek, 1.vydání Ostrava
6. POPD – kamenolom Jívová - Bělkovioce

## **Seznam obrázků**

Obrázek č. 1: Mapa umístění kamenolomu Bělkovice (turistická mapa)

Obrázek č. 2: Letecký snímek kamenolomu Bělkovice (archiv Bc. Petr Kráčmar)

Obrázek č. 3: Jednotlivé etáže kamenolomu Bělkovice (autor Bc. Richard Palisa)

Obrázek č. 4: Rýpadlo Komatsu PC 350 s impaktorem Fukurava (archiv Bc. Petr Kráčmar)

Obrázek č. 5: Rýpadlo VOLVO EC 460B a dempr Euclid (autor Bc. Richard Palisa)

Obrázek č. 6: Schéma technologické linky úpravny (archiv kamenolom Bělkovice)

Obrázek č. 7: Celkový pohled na technologickou linku úpravny (autor Bc. Richard Palisa)

Obrázek č. 8: Primární drtírna (autor Bc. Richard Palisa)

Obrázek č. 9: Kuželové drtiče KDH 1250 HR a SY 1044 (autor Bc Richard Palisa)

Obrázek č. 10: Granulovna (autor Bc. Richard Palisa)

Obrázek č. 11: Třídíče SDT a EDT – I (autor Bc. Richard Palisa)

Obrázek č. 12: Sekundární kuželový drtič Sandvik CS 440 (katalog Sandvik)

Obrázek č. 13: sekundární kuželový drtič KDC 25 HP (katalog PSP Engineering)

Obrázek č.14: Násypka primárního drtiče (autor Bc. Richard Palisa)

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 – Účelová mapa povrchové situace DP Bělkovice – Jívová

Příloha č. 2 – Schéma uložení kuželových drtičů KDC na nosné konstrukci

Příloha č. 3 – Technická data drtiče KDC 25

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Ing. Martinu Hummelovi, Ph.D za pomoc a konzultace při jejím vypracování, dále Bc. Petru Kráčmarovi, vedoucímu kamenolomu Bělkovice, že mi umožnil přístup k potřebným informacím, nutným k vypracování práce. Také bych chtěl poděkovat technickému poradci firmy PSP Engineering a. s. panu Martinu Vicenecovi za cenné informace o kuželových drtičích a nakonec bych poděkoval doc. Ing. Milanu Mikolášovi, Ph.D, garantu našeho oboru, za podporu, kterou mě a mým kolegům věnoval po celé dva roky studia.